

## Эксплуатация ДВС

УДК 621.43.019.7

**Ю.С. Бородин, канд. техн. наук, В.З. Бычков, инж., Н.В. Клименко, инж.,  
Г.В. Щербаненко, инж.**

### СНИЖЕНИЕ НАГАРООТЛОЖЕНИЙ В ДВУХТАКТНЫХ ФОРСИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ ВОЕННО-ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Образование нагара в ДВС - явление крайне нежелательное. Его отрицательное действие в двухтактных форсированных дизелях проявляется в уменьшении площади проходных сечений окон цилиндров, нарушении газообмена, процессов смесеобразования и сгорания, в результате чего появляется дымный выхлоп, снижается мощность и повышается тепловая напряженность деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ).

Источники нагарообразования - топливо и моторное масло. При этом преобладающее влияние на образование отложений оказывают продукты неполного сгорания топлива в виде твердых сажистых частиц, которые проникают в картерное масло и при недостаточном запасе его моюще-диспергирующих и антинагарных свойств осаждаются на горячих поверхностях деталей [1, 2]. Как показали результаты проведенных авторами исследований, количество лако-, нагароотложений на деталях цилиндропоршневой группы двухтактных форсированных танковых двигателей типа 6ТД (12/2×12) с литровой мощностью до 53,7 кВт/л может быть существенно уменьшено при соответствующем подборе базового масла и композиции присадок, ответственных за моющие и антинагарные свойства.

Опытные работы проводились Казенным предприятием "Харьковское конструкторское бюро по двигателестроению" совместно с ведущими предприятиями химической и нефтехимической промышленности Украины и России.

Разработка состава моторного масла представляет собой сложную химотологическую задачу, решение которой связано со всесторонними исследованиями как базовых масел, так и целого ряда присадок, а также проведением испытаний опытных образцов на одноцилиндровых установках и полноразмерных двигателях.

В процессе поисковых работ необходимо создать строго сбалансированную композицию присадок с учетом их склонности к золообразованию на наклаках поршней, а также придать маслу необходимые моторно-эксплуатационные свойства.

Для уменьшения трудоемкости работ, а также снижения затрат времени и средств на проведение отборочных испытаний были разработаны методы ускоренной оценки эксплуатационных свойств моторных масел на двигателе 5ТДФ (защищены авторскими свидетельствами). С этой целью были обобщены результаты применения моторных масел в танковых двигателях, проведен анализ условий работы масла, учитывающий влияние параметров рабочего

процесса и конструктивных особенностей деталей ЦПГ двигателя на процессы "старения" масла, лако-, нагарообразования и износа, что позволило на научной основе выбрать режимы проведения ускоренных испытаний.

Метод ускоренной оценки моющих и антинагарных свойств основан на испытании масел в двигателе 5ТДФ при его работе на высокотемпературном режиме в течение 50 ч без фильтрации масла [3]. Сокращение времени испытаний достигается за счет интенсификации процесса срабатывания присадок масла при работе двигателя на форсированном по  $\alpha$  (коэффициенту избытка воздуха) режиме и организованном "забросе" газа из камеры сгорания в продувочный ресивер. При этом увеличивается поступление в масло сажистых частиц, что ужесточает условия проведения испытания.

Оценка моющих и антинагарных свойств опытных образцов моторных масел проводится после разборки двигателя по состоянию продувочных отверстий и выпускных окон цилиндров, поршневых колец и корпусов Вх поршней в зоне первой поршневой канавки и юбки. В качестве оценочного показателя принята суммарная осредненная по всем цилиндровым комплектам оценка в баллах загрязненности деталей цилиндропоршневой группы лако-, нагароотложениями.

Выбранные режимы испытаний позволяют ускоренно (за 50 часов) получить на деталях ЦПГ отложения по характеру и количеству идентичные получаемым за время длительных стендовых испытаний масел в двигателях 5ТДФ в объеме моторесурса. Расхождение результатов при параллельных испытаниях одного и того же образца масла не превышает 10%.

Проведенные испытания показали возможность применения этого метода для дифференцирования масел групп В<sub>2</sub> и Г<sub>2</sub> по моющим и антинагарным свойствам. В таблице 1 представлены результаты оценки эксплуатационных свойств танковых масел, различающихся между собой как по уровню вязкости, так и по составу базовых масел и присадок.

Моторные масла МТ-16П, М-16ИХП-3 и Галол М-4042ТД являются минеральными и предназначены для всесезонной эксплуатации двигателей военно-гусеничных машин (ВГМ). Масла М-8В<sub>2</sub>Т и М-8В<sub>2</sub>С были разработаны для обеспечения холодного пуска двигателей в зимний период времени. Пологость вязкостно-температурной характеристики этих масел достигается за счет применения синтетических базовых масел.

Таблица 1. Результаты оценки эксплуатационных свойств танковых масел

Моторные масла	Содержание присадок, %	Наименование показателей					
		Вязкость кинемат. при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	Щелочное число, мг КОН на 1г	Зольность сульфатная, %	Моющие свойства по ПЗВ, баллы	Термоокислит. стабильность, мин	Моющие, антинагарн. свойства на двигателе 5ТДФ, баллы
МТ-16П	МНИИ ИП-22к - 4,5%	16,0	2,0	1,08	1,0	60	68,0
М-8В <sub>2</sub> Т	АСБ - 6,0% ДФ-1 - 2,0% НСБ - 2,6%	8,0	3,8	1,20	1,0	70	64,4
М-16ИХП-3	БФКу - 5,4% СБ-3у - 3,8% ИХП-21 - 2,5%	16,0	4,0	1,25	0,5	100	55,0
Галол М-4042ТД	АСБ - 4,0% КАСП-13 - 3,3% Галад-30 - 0,8% Борин - 2,0%	16,0	4,5	1,25	0,5	100	27,2
М-8В <sub>2</sub> С	АСБ - 3,7% ПМСяБ - 3,6% ДФ-1 - 2,0% Тиомол С - 3,0%	8,0	4,2	1,40	0,5	не регламентируется	21,0

Анализ результатов испытаний показал, что масло МТ-16П, как наименее легированное, имеет самые низкие значения щелочного числа, зольности, термоокислительной стабильности, содержания активного элемента присадок - кальция (0,18%) и, соответственно, худшие моющие и антинагарные свойства как при испытании по методу ПЗВ, так и на двигателе 5ТДФ. Высоколегированные моторные масла М-16ИХП-3 и Галол М-4042ТД (где в качестве активного элемента присадок использован барий с содержанием 0,6%) по этим показателям находятся на более высоком уровне: осредненная суммарная оценка лако-, нагароотложений на деталях ЦПГ в 3 раза меньше, чем у масла МТ-16П. Полученные данные хорошо коррелируются с результатами применения указанных масел в двигателях 6ТД в процессе эксплуатации. Эти выводы относятся и к зимнему моторному маслу М-8В<sub>2</sub>С, у которого показатель моющих и антинагарных свойств наименьший.

Моторные масла Галол М-4042ТД и М-8В<sub>2</sub>С выдержали испытания по всему комплексу методов ускоренной оценки эксплуатационных свойств, обеспечили надежную работу двигателей типа 6ТД и В-46-6 в объеме гарантийной наработки и были допущены к применению в 2- и 4-тактных форсированных дизельных двигателях ВГМ.

В результате проведенных исследований и испытаний можно сделать следующие выводы.

1. Повышение щелочного числа и термоокислительной стабильности моторных масел за счет при-

менения высокоэффективных присадок и компонентов базового масла является одним из факторов, способствующих увеличению запаса моющих и антинагарных свойств и снижению количества нагароотложений в дизелях при длительной работе в условиях эксплуатации.

2. Разработанный моторный метод ускоренной оценки моющих и антинагарных свойств масел на двигателе 5ТДФ позволяет в 8 раз сократить объем дорогостоящих испытаний, сроки их проведения, а также достаточно надежно дифференцировать по эксплуатационным свойствам моторные масла, предназначенные для применения в 2- и 4-тактных форсированных дизельных двигателях.

3. Отобранные по результатам ускоренных испытаний моторные масла Галол М-4042ТД и М-8В<sub>2</sub>С по моюще-диспергирующим и антинагарным свойствам превосходят масло М-16ИХП-3, допущенное к применению в двигателях бронетанковой техники. Применение этих масел позволило более, чем в два раза уменьшить количество лако-, нагароотложений на деталях ЦПГ двигателей.

#### Список литературы:

1. Дерябин А.А. Трение и износ дизелей. Л., Машиностроение, 1974, 184с.
2. Рязанцев Н.К., Бычков В.З., Перерва П.Я., Клименко Н.В. К вопросу нагарообразования в форсированных двухтактных дизелях типа 6ТД. Авиационно-космическая техника и технология. Сборник научных трудов выпуск №42, Харьков 2003г.
3. Бычков В.З., Рязанцев Н.К., Бородин

*Ю.С., Щербаненко Г.В. Способ испытания моторного масла. Авторское свидетельство СССР № 296690.*